

## Секция 1: Экологическая и техногенная безопасность

Видовой состав растительных сообществ исследованной территории Кедровского поля представлен 28 видами 17 семейств.

Территория залесена, с преобладанием березы повислой (*Betula pendula*) с единичными представителями ели (*Picea abies*) и осины (*Populus tremula*). Значительная часть травянистой растительности представлена многолетниками.

Литература.

1. Агрохимическая характеристика почв СССР. Районы Западной Сибири. Академия наук СССР. Почвенный институт им. В.В. Докучаева. - М.:Наука, 1986.
2. Города и районы Кузбасса: Стат. сб./Кемеровостат. - Кемерово: 2006.
3. Ильин В. Б., Гармаш Г. А. Загрязнение тяжелыми металлами: Основы использования и охраны почв Западной Сибири.
4. Куминова А.В. Растительность Кемеровской области. - Новосибирск: 1950.
5. Определитель растений Кемеровской области/Под ред. И.М. Красноборова. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001.
6. Трофимов, С. С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области /С. С. Трофимов ; ответственный редактор Р. В. Ковалев. - Новосибирск : Наука, Сибирское отделение, 1975. – 299

### ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ БОРНОЙ КИСЛОТЫ НА ГОРЮЧЕСТЬ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ

*Т.В. Мельникова, студент*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*634050, г. Томск пр. Ленина 45, к. 405, тел. 8 953 922 5419; 8 950 594 1405*

*E-mail: tatkamel93@mail.ru*

Проблема горючести полимеров является крайне актуальной в наше время. Большинство полимерных материалов являются горючими и характеризуются малой огнестойкостью [1].

Основными методами снижения горючести являются их модификация или введение в материал замедлителей горения [2].

Статистика показывает, что причиной пожаров в большинстве случаев (75–85 % из зарегистрированных) является возгорание органических полимерных материалов от таких источников зажигания, как искры, возникающие при разрядах статического электричества, тлеющие сигареты или спички. Поэтому снижение воспламеняемости полимеров является важной задачей в общей проблеме снижения пожароопасности материалов [3].

Цель работы: оценить влияние ортоборной кислоты как наполнителя на горючесть эпоксидных полимеров; с помощью установок ОТМ «Керамическая труба» и ОТП определить группы горючести образцов и температуры воспламенения для оценки эффективности наполнителя (борной кислоты).

Для определения группы горючести отвержденной эпоксидной смолы без наполнителя и с наполнителем – ортоборной кислотой было приготовлено по 3 образца, изготовленных по ГОСТу 12.1.044-89 п.4.3 [4]. Концентрация наполнителя составляла 10 мас. %.

Для испытаний взята эпоксидная смола ЭД-20, отвердитель – ПЭПА (полиэтиленполиамин). Были приготовлены образцы длиной  $(60 \pm 1)$  мм, высотой  $(150 \pm 3)$  мм и фактической толщиной. Внутреннюю поверхность реакционной камеры перед испытанием покрыли алюминиевой фольгой толщиной не более 0,2 мм, которую по мере прогорания или загрязнения продуктами горения заменяли на новую.

Образец исследуемого материала был закреплен в держателе. Далее включили прибор для регистрации температуры, зажгли газовую горелку и отрегулировали расход газа так, чтобы контролируемая в течение 3 мин температура газообразных продуктов горения составила  $(200 \pm 5)$  °С. Держатель с образцом ввели в камеру за время не более 5 с и испытывали образцы в течение  $(300 \pm 2)$  с или до достижения максимальной температуры отходящих газообразных продуктов горения материала, при этом регистрировав время ее достижения.

После получения данных, провели два аналогичных испытания с новыми образцами. После испытания горелку выключили и взвесили образцы.

**Оценка результатов производилась по следующим формулам:**

Максимальное приращение температуры ( $\Delta t_{max}$ ) вычисляли по формуле

$$\Delta t_{max} = t_{max} - t_0, \quad (1)$$

где  $t_{max}$  – максимальная температура газообразных продуктов горения исследуемого материала, °С;  
 $t_0$  – начальная температура испытания, равная 200 °С.

Потерю массы образца ( $\Delta m$ ) в процентах вычисляли по формуле

$$\Delta m = ((m_n - m_k) / m_n) \cdot 100, \quad (2)$$

где  $m_n$  – масса образца до испытания, г;

$m_k$  – масса образца после испытания, г.

По значениям максимального приращения температуры  $\Delta t_{max}$  и потери массы  $\Delta m$  материалы классифицируют на:

- трудногорючие –  $\Delta t_{max} < 60$  °С и  $\Delta m < 60$  %;
- горючие –  $\Delta t_{max} \geq 60$  °С или  $\Delta m \geq 60$  %.
- Горючие материалы подразделяют в зависимости от времени ( $\tau$ ) достижения  $t_{max}$  на:
- трудновоспламеняемые –  $\tau > 4$  мин;
- средней воспламеняемости –  $0,5 \leq \tau \leq 4$  мин;
- легковоспламеняемые –  $\tau < 0,5$  мин [4].

Далее провели испытания с образцами эпоксидной смолы с наполнителем. Результаты испытаний представлены в таблицах 1 и 2.

Для образцов эпоксидной смолы в чистом виде по значению максимального приращения температуры  $\Delta t_{max}$  можно сделать вывод, что данный материал относится к горючему. Судя по времени достижения максимальной температуры, заключаем, что материал – средней воспламеняемости. Так же можно охарактеризовать и образцы с наполнителем ортоборной кислоты 10 мас. %. Но, тем не менее, увеличивается время достижения максимальной температуры воспламенения, а так же сама  $t_{max}$  становится меньшей, чем в опытах с эпоксидной смолой в чистом виде. Это свидетельствует об улучшении пожароопасных характеристик данных образцов и, соответственно, эффективности наполнителя.

Таблица 1

Данные образцов эпоксидной смолы в чистом виде

№ образца	Тем-ра реакционной камеры до введения образца, °С	Макс. тем-ра газообразных продуктов горения, °С	Время достижения макс. тем-ры, с	Масса образца, г		Потеря массы образца, %
				до испытания	после испытания	
1	201,4	640,2	198	120,37	63,05	47,62
2	199,8	633	139	117,17	107,31	8,41
3	200,1	638,4	164	118,11	83,75	29,09

Таблица 2

Данные образцов эпоксидной смолы с наполнителем концентрацией 10 мас. %

№ образца	Тем-ра реакционной камеры до введения образца, °С	Макс. тем-ра газообразных продуктов горения, °С	Время достижения макс. тем-ры, с	Масса образца, г		Потеря массы образца, %
				до испытания	после испытания	
1	199,8	616	142	120,2	111,65	7,11
2	203,5	379	300	121,16	107,13	11,58
3	201,4	625	217	118,9	101,15	14,92

Стоит отметить и особенности самого процесса горения. При горении чистой эпоксидной смолы образец очень быстро вспыхивает и трудно поддается тушению. На рис. 1, а изображен остаток образца эпоксидной смолы после процесса горения. Его удалось потушить только с помощью баллона сжатого кислорода. На рис. 1, б изображен образец с наполнителем ортоборной кислоты после процесса горения. Сравнивая два образца, можно сделать вывод, что образец с наполнителем является более устойчивым к горению.

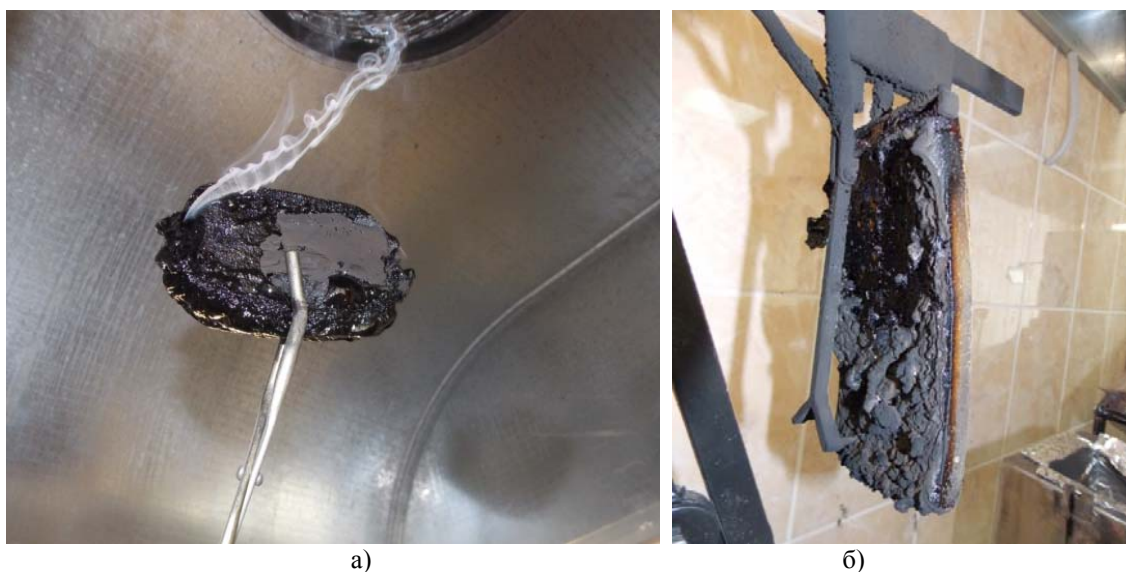


Рис. 1. Образцы эпоксидной смолы после горения: а) без наполнителя; б) с наполнителем

Для определения температуры воспламенения и самовоспламенения использовалась установка ОТП. Принцип работы установки ОТП основан на задании температурного режима в реакционной камере и воздействии пламени горелки, контроле температурных показателей после внесения в реакционную камеру исследуемого материала.

Для испытаний было приготовлено 6 образцов эпоксидной смолы в чистом виде и 6 образцов эпоксидной смолы с наполнителем – ортоборной кислотой 10 мас. %. Масса каждого образца составляла  $(3,0 \pm 0,1)$  г. Результаты, полученные в ходе испытаний, представлены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Определение температуры воспламенения образцов  
эпоксидной смолы в чистом виде

Номер образца для испытания	Температура испытания, °С	Результат испытания	Особенности испытания
1	230	отказ	Дымовыделение
2	260	отказ	Наблюдается дымовыделение, образец треснул, потемнение цвета
3	280	отказ	Наблюдается дымовыделение, заметное потемнение
4	285	воспламенение	-
5	317	воспламенение	При 307 °С образец начинает трещать, наблюдается кратковременное возгорание при 310 °С
6	316	воспламенение	При 305 °С образец начинает издавать треск

За температуру воспламенения исследуемого вещества, согласно ГОСТу 12.1.044-89 п.4.7., приняли среднее арифметическое двух температур, отличающихся не более чем на 10 °С. Это образцы № 4 и № 5.

$$T_{\text{воспл}} = (317 + 316) / 2 = 316,5 \text{ °С}$$

Следовательно, температура воспламенения эпоксидной смолы в чистом виде составляет 316,5 °С.

Таблица 4

Определение температуры воспламенения образцов  
эпоксидной смолы с наполнителем

Номер образца для испытания	Температура испытания, °С	Результат испытания	Особенности испытания
1	285	отказ	Дымовыделение
2	318	воспламенение	При температуре 290 °С наблюдается возгорание менее 1 сек
3	323	воспламенение	При 300 °С наблюдается кратковременное возгорание (менее 1 сек)
4	332	воспламенение	Температура вспышки 305 °С. Образец лопается при 230 °С

$$T_{\text{воспл}} = (323 + 332) / 2 = 327,5 \text{ °С}$$

Температура воспламенения эпоксидной смолы с наполнителем ортоборной кислоты (10 мас. %) составила 327,5 °С.

По результатам данного испытания можно сделать следующее заключение: температура воспламенения эпоксидной смолы с наполнителем оказалась выше, чем температура эпоксидной смолы в чистом виде, что свидетельствует об эффективности наполнителя как вещества, способного понизить пожароопасность полимера.

Литература.

1. Кодолов В.И. Замедлители горения полимерных материалов. – М.: Химия, 1980. – 274 с.
2. Ю-Винг Май, Жонг-Жен Ю. Полимерные нанокомпозиты. М.: Техносфера. – 2011. – 688 с.
3. Асеева Р.М., Заиков Г.Е. Снижение горючести полимерных материалов. – М.: Химия, 1981. – 63 с.
4. ГОСТ 12.1.044-89. [Электронный ресурс] – свободный режим доступа: <http://www.fireman.ru/bd/gost/12-1-044-89/12-1-044.html>

**МОДИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНА  
С ЦЕЛЮ ЕГО ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

*В.С. Авилова, Н.А. Рахимова, д-р х.н., А.И. Рахимов, д-р х.н.*

*Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград*

*400131, Волгоград, Проспект им. В.И. Ленина, 28*

*E-mail: [organic@vstu.ru](mailto:organic@vstu.ru)*

Ранее показано, что жидкофазное окисление изотактического полипропилена (изотак-ПП) в ароматических углеводородах сопровождается деструкцией макромолекулы и образованием функциональных групп (обнаружены гидроксильные и карбоксильные группы) [1]. Нами по ранее разработанному методу для карбоксил и гидроксилсодержащих соединений [2,3] проведена обработка функционально-замещенного изотак-ПП (НООС-ПП-ОН) октафторпентилхлорсульфитом.

Благодаря уникальному комплексу физико-механических свойств полипропилен (ПП) является одним из наиболее широко применяемых полимеров. За последние пять лет выпуск полипропилена в России удвоился, потребление выросло в 1,7 раза, доля отечественной продукции на рынке достигла 75%. Несмотря на растущее внутреннее производство, объемы импортных поставок ПП не сокращаются, так как отечественные марки не вполне удовлетворяют требованиям предъявляемыми производителями различных товаров и изделий.

Одним из направлений модификации полимеров является использование незначительных количеств поли- и перфторированных соединений, что позволяет существенно улучшить гидролитическую устойчивость, свето-, термо-, износостойкость и другие полезные свойства полимерных материалов благодаря уникальной природе поли- и перфторированных соединений. В связи с этим изучение закономерностей модификации ПП полифторированными соединениями является актуальной задачей.

Ранее был изобретен способ гидрофобизации поверхности полимерных материалов перфтор-2,4-диметил-3-этил-3-пентильным радикалом [4]. Данный способ включает модификацию полипропилена перфтор-2,4-диметил-3-этил-3-пентильным радикалом в перфтордекалине.